

明 細 書

ブラシレスDCモータの駆動方法及びその装置

技術分野

- [0001] 本発明は、冷蔵庫やエアコンなどの冷凍空調システムに含まれる圧縮機などに搭載されるブラシレスDCモータ(以下、単にモータと言う)の駆動方法及びその装置に関する。特に、整流回路における平滑用コンデンサを大幅に小容量化し、装置全体の小型化を図ったモータ駆動装置において、例えば、ホール素子やエンコーダのような特別な位置検出センサを用いることなく、モータの回転子の位置検出を行う方法及びその装置に関する。

背景技術

- [0002] 冷凍空調システムにおける圧縮機に組み込まれるモータを駆動するための従来のモータ駆動装置は、一般的に次のような構成である。すなわち、出力端子間に十分大きな容量の平滑用コンデンサを接続し、入力される交流電源の交流電圧を整流するための整流回路と、その整流回路に接続されモータを駆動するためのインバータとを備えている。
- [0003] また、同装置は、モータの回転子の回転位置を検出するために、例えば、ホール素子又はエンコーダのような特別な位置検出センサを用いることなく、モータの固定子巻線がモータ回転に伴い誘起する逆起電力、又はモータ電流から回転子位置を検出する。そして、同装置は、その検出信号によりインバータに含まれる複数のスイッチング素子の通電状態を順次切り換え、固定子巻線に流れる電流を転流制御することによりモータを駆動している。
- [0004] このような特別な位置検出センサを用いない駆動方式は、一般的にセンサレス駆動と呼ばれている。冷凍空調システムにおける圧縮機に組み込まれるモータ駆動において、このセンサレス駆動を採用する理由は、圧縮機の高温・高圧雰囲気中、冷媒雰囲気中、オイル雰囲気中において、位置検出センサを取り付けることが著しく困難であるためである。
- [0005] また、近年、モータの駆動装置を小型化するために、整流回路の平滑用コンデンサ

を大幅に小容量化する取組みもなされている。その関連技術は、例えば、日本特許出願特開2002-51589号公報に開示されている。

- [0006] この種の従来のモータの駆動装置について、図面を参照しながら説明する。図6は、従来のモータの駆動装置のブロック図である。図6において、単相交流電源1の出力は、ダイオード全波整流回路2に接続されている。そのダイオード全波整流回路2の出力には、平滑コンデンサ3が接続されている。この平滑コンデンサ3は、十分に小さい容量のものであり、従来の1/100程度の容量のコンデンサである。
- [0007] その平滑コンデンサ3の両端に接続されるPWM(パルス幅変調)インバータ4は、6個のスイッチング素子(逆向きのダイオードを含む)を3相ブリッジ接続することにより構成されている。モータ5の固定子には3相巻線が施されている。それら3相巻線のそれぞれの一端は、PWMインバータ4の出力に接続されている。こうして、モータ5はPWMインバータ4によって駆動される。
- [0008] 図6に示すように、制御回路6は、単相交流電源1の電圧、直流部電流、PWMインバータ4の出力電流、位置検出センサ7の位置情報などの情報を入力として、最適なモータ駆動ができるようにPWMインバータ4を構成する6つのスイッチング素子のゲートを制御している。
- [0009] しかしながら、上記従来の構成において、位置検出センサであるエンコーダ又はホール素子などを有したものは、インバータに印加される直流電圧が低下しても回転子の位置検出が可能である。しかし、圧縮機のように位置検出センサを取りつけることが困難な場合は、上記のような従来の構成は適用できない。
- [0010] 一般的に、特別な位置検出センサを用いることなくブラシレスDCモータを駆動する方法(センサレス駆動方法)として知られているのは、モータの固定子巻線に誘起される逆起電力から回転子位置を検出する方法と、モータ電流から回転子位置を検出する方法などである。
- [0011] しかしながら、上記従来のセンサレス駆動方法を採用したモータの駆動装置においては、回転子位置の検出が可能なのは平滑コンデンサの容量が十分に大きく、その平滑コンデンサの両端電圧(整流回路の出力電圧)に含まれるリップル電圧が小さいときである。なぜならば、平滑コンデンサの容量が十分に大きく、整流回路の出力電圧

に含まれるリップル電圧が小さいときには、逆起電力やモータ電流が安定するので安定した回転子位置の検出ができるからである。

[0012] しかしながら、従来のセンサレス駆動方法を採用したモータの駆動装置においては、図6に示す特別な位置検出センサを有する駆動装置のように、装置全体を小型化するために平滑コンデンサを大幅に小容量化すると、リップル電圧が大幅に増加してしまう。そのため、特に、PWMインバータに印加される電圧が低いときに、回転子位置の検出に必要な逆起電力の検出ができなかったり、回転子位置の検出に必要なモータ電流を流すことができない。

[0013] その結果、回転子位置の正確な検出が困難となり、PWMインバータによる転流タイミングが大幅にずれ、モータ効率の低下を引き起こすばかりでなく、大きなモータ電流が流れてしまう。また、最悪の場合は、モータが停止してしまうという不具合をきたすおそれがあった。

発明の開示

[0014] 本発明は、上記従来の課題を解決するもので、特別な位置検出センサを必要としないセンサレス駆動において、整流回路に接続する平滑コンデンサの大幅な小容量化を可能とするとともに、平滑コンデンサの両端電圧(整流回路の出力電圧)に大きなリップル電圧が含まれる場合でも安定したモータ駆動を可能としたモータの駆動方法及びその装置を提供することを目的とする。

[0015] 本モータの駆動方法は、次の動作を有する。出力端子間にコンデンサを接続し、交流電源の交流電圧を入力とする整流回路によって、その交流電圧を整流する動作と、整流回路に接続されたインバータによってモータを駆動する動作と、位置検出器によってモータの逆起電力又はモータ電流のいずれか一方からモータの回転子の回転位置を検出する動作と、位置検出器による回転子位置の検出が不可能なときには、位置推定器によって回転子位置を推定する動作と、位置検出器により検出された回転子位置又は位置推定器により推定された回転子位置のいずれか一方に基づき、制御器によってインバータを制御する動作とを含む。

[0016] また、本モータの駆動装置は、次の構成を有する。ダイオードブリッジ回路から構成され、入力される交流電源の交流電圧を整流するための整流回路と、その整流回路

の出力端子間に接続されるコンデンサと、同じく整流回路に接続されたインバータと、インバータにより駆動されるモータの逆起電力又はモータ電流のいずれか一方からモータの回転子の回転位置を検出するための位置検出器と、位置検出器による回転子位置の検出が不可能なときに、その位置を推定するための位置推定器と、位置検出器からの出力信号と位置推定器からの出力信号とを切り替えてインバータを動作させるための制御器とを含む。

- [0017] 本発明のモータの駆動方法及びその装置は、位置検出器による回転子位置の検出が不可能なときにその位置を推定してインバータを動作させることを特徴としたものである。これによって、回転子位置の検出が不可能なときにもその位置を推定してその位置検出に応じた転流することができるので、安定したモータ運転が可能となる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]図1は本発明の実施の形態におけるモータの駆動装置のブロック図である。
[図2]図2は図1に示すモータの駆動装置におけるコンデンサの電圧波形を示すタイミングチャートである。
[図3]図3は図1に示すモータの駆動装置における負荷電流に対する瞬時最低電圧及びリップル含有率を示す特性図である。
[図4]図4は図1に示すモータの駆動装置における動作を示すフローチャートである。
[図5]図5は図1に示すモータの駆動装置における各部の波形を示すタイミングチャートである。
[図6]図6は従来のモータの駆動装置のブロック図である。

符号の説明

- [0019] 10 交流電源
11 整流回路
12 コンデンサ
13 インバータ
14 ブラシレスDCモータ
16 圧縮機
20 位置検出器

- 21 位置推定器
- 22 電圧検出器
- 23 切換器
- 24 転流器
- 30 制御器

発明を実施するための最良の形態

[0020] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施の形態におけるモータの駆動装置のブロック図である。図1に示すモータの駆動装置は、次の構成を有している。

[0021] ダイオードブリッジ回路から構成され、入力される交流電源10の交流電圧を整流するための整流回路11と、その整流回路11の出力端子間に接続されるコンデンサ12と、同じく整流回路11に接続されたインバータ13と、そのインバータ13により駆動されるモータ14の逆起電力又はモータ電流のいずれか一方から、モータ14の回転子の回転位置を検出するための位置検出器20と、位置検出器20による回転子位置の検出が不可能なときに、その位置を推定するための位置推定器21と、位置検出器20からの出力信号と位置推定器21からの出力信号とを切り替えてインバータ13を動作させるための制御器30とを含む。

[0022] 図1に示すモータの駆動装置をさらに詳細に説明する。図1において、交流電源10は、日本の場合、100V50Hz又は60Hzの一般的な商用電源である。整流回路11を構成するダイオードブリッジ回路は4個のダイオードをブリッジ接続している。整流回路11は、交流電源10の交流電圧を入力し、ダイオードブリッジ回路にてその交流電圧を全波整流する。整流回路11の出力端子間にはコンデンサ12が接続されている。ここで、そのコンデンサ12は、従来のモータ駆動装置に用いられている平滑コンデンサに比べ小容量のコンデンサである。図1に示す本実施の形態におけるモータの駆動装置においては、コンデンサ12は、1 μ Fの積層セラミックコンデンサを用いている。積層セラミックコンデンサは、近年、高耐圧でかつ従来に比べ容量の大きなものがチップで実現できるようになってきている。

[0023] 一方、従来のモータ駆動装置においては、平滑コンデンサは、主には大容量(200

W出力の場合には数百 μ F)の電解コンデンサが使われる。従来、この平滑用コンデンサは、一般的にはインバータの出力容量(W又はVA)又は駆動装置全体の入力容量(W又はVA)や、直流電圧のリプル含有量やリプル電流による平滑用コンデンサの耐リプル電流の特性などからその容量を決定する。これらの条件を加味して、一般的には 2μ F/Wから 4μ F/W程度の容量を確保する。すなわち、インバータの出力容量が200Wの場合は、 400μ Fから 800μ F程度の電解コンデンサを使用している。

- [0024] これに対して、図1に示す本実施の形態におけるモータ駆動装置では、コンデンサ12には 0.1μ F/W以下の容量を持つコンデンサを使用する。すなわち、インバータ13が200Wの出力容量の場合は、 20μ F以下のコンデンサ12を使用する。
- [0025] インバータ13は、6個のスイッチング素子TR1、TR2、TR3、TR4、TR5及びTR6を3相ブリッジ接続した構成を備えている。これらスイッチング素子の各々は、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ(IGBT)が使用されている。各々トランジスタのコレクタ、エミッタ間にはフライホイールダイオードが逆向きに接続されている。
- [0026] モータ14は、インバータ13の3相出力により駆動される。モータ14の固定子には3相スター結線された巻線が施されている。この巻き方は集中巻であっても、分布巻であっても構わない。
- [0027] また、回転子には永久磁石を配設している。その配設方法は、固定子コアの表面に永久磁石を配した表面磁石型(SPM)でも、固定子コアの内部に永久磁石を埋め込んだ埋込磁石型(IPM)であっても構わない。さらに、永久磁石はフェライト磁石でも希土類磁石でも構わない。
- [0028] モータ14の回転子の軸には圧縮要素15が接続されている。この圧縮要素15は、冷媒ガスを吸入し、圧縮して、吐出する。このモータ14と圧縮要素15とを同一の密閉容器に収納して圧縮機16を構成する。圧縮機16で圧縮された吐出ガスは、凝縮器17、減圧器18、蒸発器19を通して圧縮機の吸い込みに戻るような冷凍空調システムを構成する。この時、凝縮器17では放熱、蒸発器19では吸熱を行うので、冷却や加熱を行うことができる。必要に応じて凝縮器17や蒸発器19に対して送風機などを使い、熱交換をさらに促進させることもある。

- [0029] 位置検出器20は、モータ14の逆起電力又はモータ電流からモータ14の回転子の回転位置の検出を行う。本実施の形態では、固定子巻線に誘起される逆起電力から回転子の回転位置を検出する方法について説明する。インバータ13は、3相120度通電方式の矩形波駆動とする。
- [0030] この駆動方式をさらに詳細に説明する。モータ14の固定子には3相スター結線された巻線が施されているが、今、その3相巻線をU相巻線、V相巻線及びW相巻線とする。インバータ13は、回転子の回転位置に応じて、順次、それぞれ電気角で60度ずつ、U相からV相へ、U相からW相へ、V相からW相へ、V相からU相へ、W相からU相へ、W相からV相へとモータ電流を転流する。
- [0031] ここで、例えば、U相巻線に着目すると、電気角120度期間において通電された後、電気角60度期間において通電が休止され、その後、電気角120度期間において逆方向に通電される。V相巻線及びW相巻線においても同様な通電がなされる。このとき、U相、V相、W相の互いの通電位相差は電気角120度である。
- [0032] 上記説明から明らかなように、3相120度通電、矩形波駆動においては、通電されていない相(通電休止期間)が存在する。この通電されていない相に発生する逆起電力のゼロクロス点を検出することにより、回転子位置を検出する。この回転子位置の検出を位置検出器20によって行っている。
- [0033] 位置推定器21は、位置検出器20が正常に位置検出しているときに、その検出タイミングの時間測定を行い、そのタイミング時間に基づき回転子の回転位置の推定を行う。電圧検出器22は、コンデンサ12の両端電圧を検出し、その電圧値が予め設定された所定値より大きい小さいかの判断を行う。
- [0034] 切換器23は、位置検出器20の出力信号、位置推定器21の出力信号、及び電圧検出器22の出力信号を入力する。その切換器23は、電圧検出器22の出力信号、すなわち、電圧検出器22における上記判断結果に基づき、位置検出器20の出力信号か、位置推定器21の出力信号かのいずれかを選択し、転流器24に対して出力する。その転流器24の出力信号(転流信号)が、インバータ13の6個のIGBTのゲートに入力され、それらIGBTをON/OFFを制御する。ここで、制御器30は、切換器23及び転流器24を含む。

- [0035] 以上のように構成された本実施の形態におけるモータの駆動装置について、その動作を説明する。交流電源10の交流電圧は、整流回路11を構成するダイオードブリッジ回路にて全波整流されるものの、コンデンサ12が従来に比べて非常に小容量であるため、整流回路11の出力電圧(コンデンサ12の両端の電圧)はほとんど平滑されず、大きなリップルを持ったものとなる。
- [0036] 位置検出器20は、モータの回転に伴い固定子巻線に誘起される逆起電力又はモータ電流からモータ14の回転子位置を検出するが、整流回路11の出力電圧が低い時、所望の電圧又は電流が十分に確保できないため、その位置検出は不可能となる。
- [0037] 一方、位置推定器21は、位置検出器20の位置検出のタイミングを常に検出しており、位置検出信号が入力されなかった場合、前のタイミングと同一のタイミングで位置推定信号を出力する。
- [0038] 電圧検出器22で検出したコンデンサ12の両端の電圧が、予め設定された所定値(本実施の形態では50Vとする。)より高ければ、切換器23は位置検出器20の出力信号を選択し、転流器24に対して位置検出信号を出力する。逆に、所定値より低ければ、切換器23は位置推定器21の出力信号を選択し、転流器24に対して位置推定信号を出力する。
- [0039] ここで、コンデンサ12の両端電圧の変化を電圧検出器22で検出し、図1には省略しているが、PWM制御のデューティにフィードフォワード制御を行い、インバータ13の出力の電圧又は電流を一定にするように制御を行う。PWM制御のデューティとは、PWM制御における(オン期間 + オフ期間)に対するオン期間の比率を表すものとする。
- [0040] すなわち、速度制御で得られた基準デューティに対して、コンデンサ12の両端電圧が高い場合は、デューティを低くし、逆に、コンデンサ12の両端電圧が低い場合は、デューティを高くすることによって、インバータ13の出力の電圧又は電流を調整する。それにより、モータ14を滑らかに駆動する。
- [0041] 次に、コンデンサ12の両端の電圧波形について、図2及び図1を用いて説明する。図2は本実施の形態におけるコンデンサ12の電圧波形を示すタイミングチャートであ

る。

[0042] 図2において、縦軸は電圧を示し、横軸は時間を示す。また、交流電源10は、交流電圧100V50Hzを供給する電源とする。図2における破線Aは、非常に負荷電流が小さい(ほとんど電流が流れていない)時の状態で、コンデンサ12の充電電荷がほとんど放電されず電圧の低下はほとんどない。

[0043] なお、ここでいう負荷電流とは、整流回路の出力電流、すなわちインバータ13への入力電流である。破線Aにおける平均電圧は141Vであり、リプル電圧は0V、リプル含有率は0%である。なお、リプル電圧[V]＝瞬時最高電圧[V]－瞬時最低電圧[V]である。また、リプル含有率[%]＝(リプル電圧[V]／平均電圧[V])×100である。

[0044] 次に、負荷電流を大きくしていくと、コンデンサ12の充電電荷の一部が放電され、一点鎖線Bに示すように瞬時最低電圧が低下してくる。ただし、電源電圧から決まる瞬時最高電圧は141Vで変わらない。一点鎖線Bに示す場合、瞬時最低電圧は40Vであるので、平均電圧が約112Vであり、リプル電圧は101V、リプル含有率は90%となる。

[0045] さらに、負荷電流を大きくしていくと、コンデンサ1にはほとんど充電電荷が蓄えられず、実線Cに示すように瞬時最低電圧がほとんど0Vまで低下してくる。ただし、電源電圧から決まる瞬時最高電圧は141Vで変わらない。実線Cに示す場合、瞬時最低電圧は0Vであるので、平均電圧が約100Vであり、リプル電圧は141V、リプル含有率は141%となる。

[0046] 上記のようにコンデンサ12が小容量の場合、負荷電流を取り出すと、ほとんど平滑されず入力交流電源10を全波整流したままの波形となる。

[0047] 次に、負荷電流に対する瞬時最低電圧及びリプル含有率の関係について、図3を用いてさらに詳しく説明する。図3は本実施の形態における負荷電流に対する瞬時最低電圧及びリプル含有率を示す特性図である。図3において、横軸は負荷電流であり、縦軸は瞬時最低電圧とリプル含有率を示す。また、実線は瞬時最低電圧の特性を、破線はリプル含有率の特性をそれぞれ示す。

[0048] 図2において説明した破線Aに示す電流波形の時は負荷電流0Aであり、瞬時最低電圧141V、リプル含有率0%である。また、一点鎖線Bに示す電流波形の時は負

荷電流0.25Aであり、瞬時最低電圧40V、リップル含有率90%である。また、実線Cに示す電流波形の時は負荷電流0.35Aであり、瞬時最低電圧0V、リップル含有率141%である。0.35A以上の電流においては瞬時最低電圧、リップル含有率ともに変化はしない。

- [0049] 本実施の形態におけるモータの駆動装置においては、実使用範囲は負荷電流0.25A以上、1.3A以下であるものとする。実使用範囲においては、リップル含有率が常に90%以上となるような小容量のコンデンサ12を選定している。
- [0050] 本実施の形態においては、前述したように整流回路の出力電圧が50V以下においては位置検出ができない状態であり、その結果、実使用範囲のいずれにおいても回転子位置の検出が不可能な部分が含まれることとなる。
- [0051] 次に、図1における動作をさらに詳しく、図4と図1とを用いて説明する。図4は、本実施の形態における動作を示すフローチャートである。
- [0052] まず、STEP1において、電圧検出器22で直流電圧Vdcを検出する。ここで、直流電圧Vdcは、整流回路11の出力電圧、すなわち、コンデンサ12の両端電圧である。
- [0053] 次に、STEP2において、STEP1において検出された直流電圧Vdcを、位置検出器20による位置検出ができなくなる電圧の所定値50Vと比較し、直流電圧Vdcが50V未満であれば、STEP3に進む。STEP3において、切換器23は、位置推定器21を選択し、それまでの位置検出器20から切り換える。
- [0054] STEP4において、位置推定器21は、位置検出信号が前の変化から一定時間経過したかどうかを判断する。この一定時間は、位置検出により予め決められた時間であり、回転数によりその時間は変化するものである。一定時間が経過していなければ、そのまま通過、完了し、一定時間が通過していれば、STEP5に進む。STEP5においては、転流すなわち位置検出を行ったものとしてインバータ13のスイッチング素子群を転流器24で切り換える動作を行う。
- [0055] また、STEP2において、STEP1において検出された直流電圧Vdcを、位置検出ができなくなる電圧の所定値50Vと比較し、直流電圧Vdcが50V以上であれば、STEP6に進む。STEP6において、切換器23は位置検出器20を選択する。
- [0056] STEP7において、位置検出器20は、位置検出信号が前の変化から状態が変化し

たかどうかを判断する。状態が変化していなければ、そのまま通過、完了し、状態が変化していれば、STEP8に進む。STEP8において、転流すなわち位置検出を行ったものとしてインバータ13のスイッチング素子群を転流器24で切り換える動作を行う。

- [0057] これらの動作を一定時間内に繰り返すことにより、常に電圧検出器22によって直流電圧の状態を検出し、その状態によって位置検出器20の出力信号と位置推定器21の出力信号とを切換器23で切り換えることができる。これにより、直流電圧が低く、位置検出ができない状態においても転流動作を行うことができ、運転を継続することができる。
- [0058] 上記説明した動作を行った場合の波形について、さらに図5と図1を用いて説明する。図5は、図1に示す本実施の形態におけるモータの駆動装置各部の波形を示すタイミングチャートである。
- [0059] 図5において、直流電圧(A)はコンデンサ12の両端の電圧である。電圧検出(B)は電圧検出器22の出力である。電圧検出器22では、直流電圧(A)を所定電圧(本実施の形態では50V)と比較した結果を出力する。直流電圧(A)が50V以上であればHighレベルを、50V未満であればLowレベルの信号を出力する。図5においては、時間T6、T7において直流電圧(A)が50V以下である場合を示す。
- [0060] 位置検出(C)は位置検出器20の出力を示す。また、位置推定(D)は位置推定器21の出力を示す。直流電圧が50V以上の時は、位置検出器20による位置検出が可能であり、図5の時間T1からT5まで、T8からT12までの区間では位置検出を正常な状態で行うことができる。
- [0061] 一方、図5の時間T6、T7では、直流電圧が50V未満であるので位置検出器20からの位置検出信号が出てこない。仮に出てきたとしてもタイミングの全く合っておらず誤動作を引き起こすものが発生する可能性が高い。
- [0062] そこで、時間T6、T7においては、転流信号として位置推定器21の信号を使用する。位置推定器21では前の転流のタイミングT5からの時間を計測しており、予め決められた所定時間が経過すると時間T6のタイミングで転流を行う。
- [0063] また、同様に、時間T7でも時間T6から所定時間経過後に転流を行う。ここでいう所

定時間とは、正常に位置検出ができている時間、例えば時間T4からT5間までの時間を測定し所定時間としている。ここで、所定時間の測定は、例えば、位置推定器21が備えるタイマーによって行うことができる。

- [0064] 以上のように、時間T1からT5まで、及び時間T8からT12までにおいては、切換器23は位置検出器20の出力信号を選択し出力する。また、時間T6、T7においては、切換器23は位置推定器21の出力信号を選択し出力する。切換器23の出力は、転流器24に入力され、転流器24ではインバータ13の6個のスイッチング素子を、図5に示すように、すなわち、TR1の通電状態(E)、TR2の通電状態(F)、TR3の通電状態(G)、TR4の通電状態(H)、TR5の通電状態(I)、TR6の通電状態(J)に示すように、ON/OFFさせる。図5において、通電状態(E)から(J)において、HighレベルがON、LowレベルがOFFとする。
- [0065] インバータ13の出力電圧波形の一例として、図5にU相電圧(K)を示す。出力の最大電圧は直流電圧(A)により規制され、U相電圧の包絡線(破線で示す)は直流電圧(A)に一致する。
- [0066] 前述した通り、直流電圧(A)の電圧レベルによりPWM制御のデューティを変更しているので、図5のU相電圧(K)に示すとおり、U相電圧の低いところ(例えば、時間T5からT6までの間)ではデューティを高く(オン期間を長く)し、U相電圧の高いところ(例えば、時間T11からT12までの間)ではデューティを低く(オン期間を短く)している。これによりU相電圧の電圧変動によりU相電流が不安定になるのを未然に防止する。V相及びW相でも同様である。
- [0067] 本実施の形態においては、電圧検出器22は電圧レベルを直接検出するものとしたが、電圧レベルのゼロクロスなどのタイミングを検出し、その検出結果に基づき、時間に応じて電圧レベルを推定するものなどでも構わない。
- [0068] また、本実施の形態においては、直流電圧、すなわち、コンデンサ12の両端の電圧により、切換器23によって位置検出器20と位置推定器21とを切り換えるようにしたが、位置検出器20から位置検出信号が出ない時に、自動的に位置推定器21からの位置推定信号に切り換える方法であっても構わない。
- [0069] また、本実施の形態においては圧縮機で説明を行ったが、送風機のように慣性モ

ーメント(イナーシャ)の大きな用途に応用するもできる。その場合は、コンデンサが小容量であり、整流電圧が大きなリップルを有していても、大きなイナーシャ負荷のため、モータは安定した回転を得ることができる。したがって、これまで考えることができなかったような大幅な装置の小型化を実現することができる。

- [0070] また、本実施の形態においては、位置検出器20は、リアルタイムに回転子位置を検出するものとしたが、例えば、全体の位置検出と転流とのタイミング差を平均的に見る方法などを使用してもよい。
- [0071] 以上のように、本発明のモータの駆動装置は、位置検出器20による回転子位置の検出が不可能なときにその位置を推定してインバータ13を動作させるようにすることの特徴としたものである。これにより、回転子位置の検出が不可能なときにもその位置を推定して、位置検出器20の位置検出信号に相当した位置推定信号によって、インバータ13の転流動作ができるので、安定した運転が可能となる。
- [0072] また、コンデンサ12は、モータ駆動の実使用の出力範囲において、整流回路11の出力電圧のリップル含有率が90%以上となる容量であることを特徴としている。本発明のモータの駆動装置においては、大きなリップル電圧であってもモータを効率よく安定して駆動できるので、リップル電圧がほぼ0Vまで降下するような小さな容量のコンデンサを使用することができる。その結果、非常に小型のモータの駆動装置を実現できる。
- [0073] また、本発明のモータの駆動装置は、位置の検出が不可能なときに所定時間ごとに位置が切り替わっていくものとして推定を行うことを特徴としたものである。したがって、位置検出ができない状態において、圧縮機16などのモータ14はイナーシャ(慣性モーメント)で動作しているので、安定した運転を実現し、モータ停止を防止することができる。
- [0074] また、本発明のモータの駆動装置は、整流回路11の出力電圧が予め定められた所定電圧以下であるとき、位置検出が不可能であると判断することを特徴とするもので、位置検出ができない部分を的確に判断することができるので、より安定した運転を行うことができる。
- [0075] また、本発明のモータの駆動装置は、位置検出器20による位置の検出が不可能な

ときにその位置を推定する位置推定器21と、位置検出器20と位置推定器21とを切り替えてインバータ13を動作させるようにする制御器23とを設けることにより、位置検出が不可能なときにでも安定した位置検出を行うことができ、効率のよい安定した運転が実現できる。

[0076] また、本発明のモータの駆動装置は、位置の検出が不可能なときに推定位置をタイマーを用いて決定することにより、圧縮機のように適度のイナーシャ(慣性モーメント)をもつシステムにおいては、簡単に安易な構成で安定した運転を実現することができる。

[0077] また、本発明のモータの駆動装置は、コンデンサ12の両端電圧を検出して予め定められた所定電圧以下であるとき、位置推定器21からの出力でインバータ13を動作させるようにしたものであり、直流電圧が低下して位置検出ができなくなる状態を的確に判断でき、適切な切り替えを行うことができるので、より安定した運転を実現することができる。

[0078] また、本発明のモータの駆動装置は、冷凍空調システムを構成する圧縮機16を駆動する場合のように、位置検出センサを取り付けることのできない用途でのコンデンサ13の小容量化を実現できるので、これまで考えることができなかったような大幅な小型化を実現することができる。

[0079] また、本発明のモータの駆動装置は、風を送る送風機を駆動することにより、特に送風機のように慣性モーメント(イナーシャ)の大きな用途では、小容量のコンデンサによる大きなリップルにその回転数は大きな影響を与えられることなく回転させることができるので、これまで考えることができなかったような大幅な小型化を実現することができる。

産業上の利用可能性

[0080] 本発明にかかるブラシレスDCモータの駆動方法及びその装置によると、位置検出器によるモータ回転子の位置検出が不可能なときにも、位置推定器により回転子位置を推定し、その推定した位置に応じてインバータを動作させるので安定したモータ運転ができる。本発明は、冷蔵庫やエアコンなどの冷凍空調システムの圧縮機などに搭載されるブラシレスDCモータの駆動に限らず、幅広い装置におけるモータ駆動

に利用可能である。

請求の範囲

- [1] 出力端子間にコンデンサを接続し、交流電源の交流電圧を入力とする整流回路によって、前記交流電圧を整流する動作と、
前記整流回路に接続されたインバータによって、ブラシレスDCモータを駆動する動作と、
位置検出器によって、前記ブラシレスDCモータの逆起電力又はモータ電流のいずれか一方から前記ブラシレスDCモータの回転子の回転位置を検出する動作と、
前記位置検出器による回転子位置の検出が不可能なときには、位置推定器によって前記回転子位置を推定する動作と、
前記位置検出器により検出された回転子位置、又は前記位置推定器により推定された回転子位置のいずれか一方に基づき、制御器によって前記インバータを制御する動作とを含むブラシレスDCモータの駆動方法。
- [2] 前記コンデンサは、ブラシレスDCモータの駆動における実使用の出力範囲において、前記整流回路の出力電圧のリプル含有率が90%以上となる容量であることを特徴とする請求項1記載のブラシレスDCモータの駆動方法。
- [3] 前記位置検出器による回転子位置の検出が可能であるときの検出時間を基にして所定時間を定め、前記位置検出器による回転子位置の検出が不可能なときに前記所定時間ごとに位置が切り替わっていくものとして推定を行うことを特徴とする請求項1記載のブラシレスDCモータの駆動方法。
- [4] 前記整流回路の出力電圧が予め定められた所定電圧以下であるとき、前記位置検出器による回転子位置の検出が不可能であると判断することを特徴とする請求項1項記載のブラシレスDCモータの駆動方法。
- [5] ダイオードブリッジ回路から構成され、入力される交流電源の交流電圧を整流するための整流回路と、
前記整流回路の出力端子間に接続されるコンデンサと、
前記整流回路に接続されるインバータと、
前記インバータにより駆動されるブラシレスDCモータの逆起電力又はモータ電流のいずれか一方から、前記ブラシレスDCモータの回転子の回転位置を検出するため

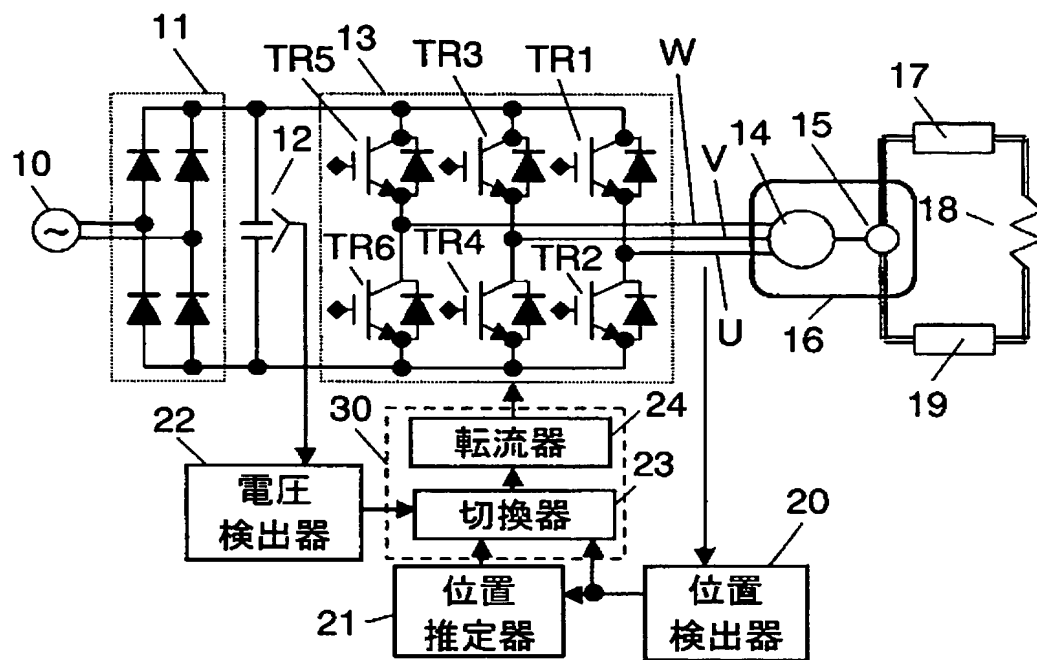
の位置検出器と、

前記位置検出器による回転子位置の検出が不可能なときに、その位置を推定するための位置推定器と、

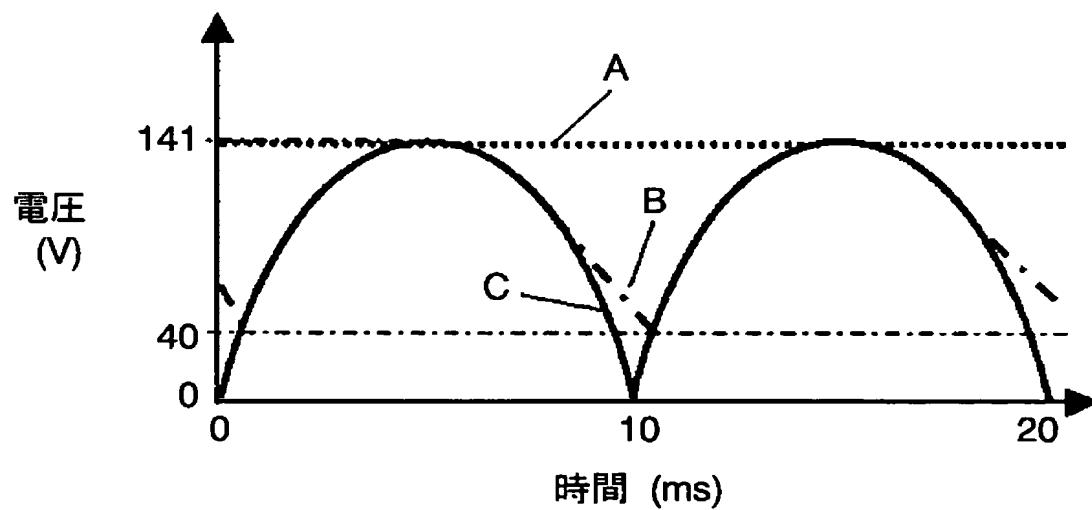
前記位置検出器からの出力信号と前記位置推定器からの出力信号とを切り替えて前記インバータを動作させるための制御器とを含むブラシレスDCモータの駆動装置。

- [6] 前記インバータは、6個のスイッチング素子を3相ブリッジ接続した構成であることを特徴とする請求項5記載のブラシレスDCモータの駆動装置。
- [7] 前記コンデンサは、ブラシレスDCモータの駆動における実使用の出力範囲において、前記整流回路の出力電圧のリプル含有率が90%以上となる容量であることを特徴とする請求項5記載のブラシレスDCモータの駆動装置。
- [8] 前記位置推定器はタイマーを備え、前記位置検出器による回転子位置の検出が可能であるときの検出時間を基にして所定時間を定め、前記位置検出器による回転子位置の検出が不可能なときに、前記タイマーを用いて回転子の推定位置を決定することを特徴とする請求項5記載のブラシレスDCモータの駆動装置。
- [9] 前記コンデンサの両端電圧を検出して、その検出電圧が予め定められた所定電圧以下であるとき、前記位置推定器からの出力で前記インバータを動作させることを特徴とする請求項5記載のブラシレスDCモータの駆動装置。
- [10] 前記ブラシレスDCモータは、冷凍空調システムに含まれる圧縮機を駆動することを特徴とする請求項5記載のブラシレスDCモータの駆動装置。
- [11] 前記ブラシレスDCモータは、風を送るための送風機を駆動することを特徴とする請求項5記載のブラシレスDCモータの駆動装置。

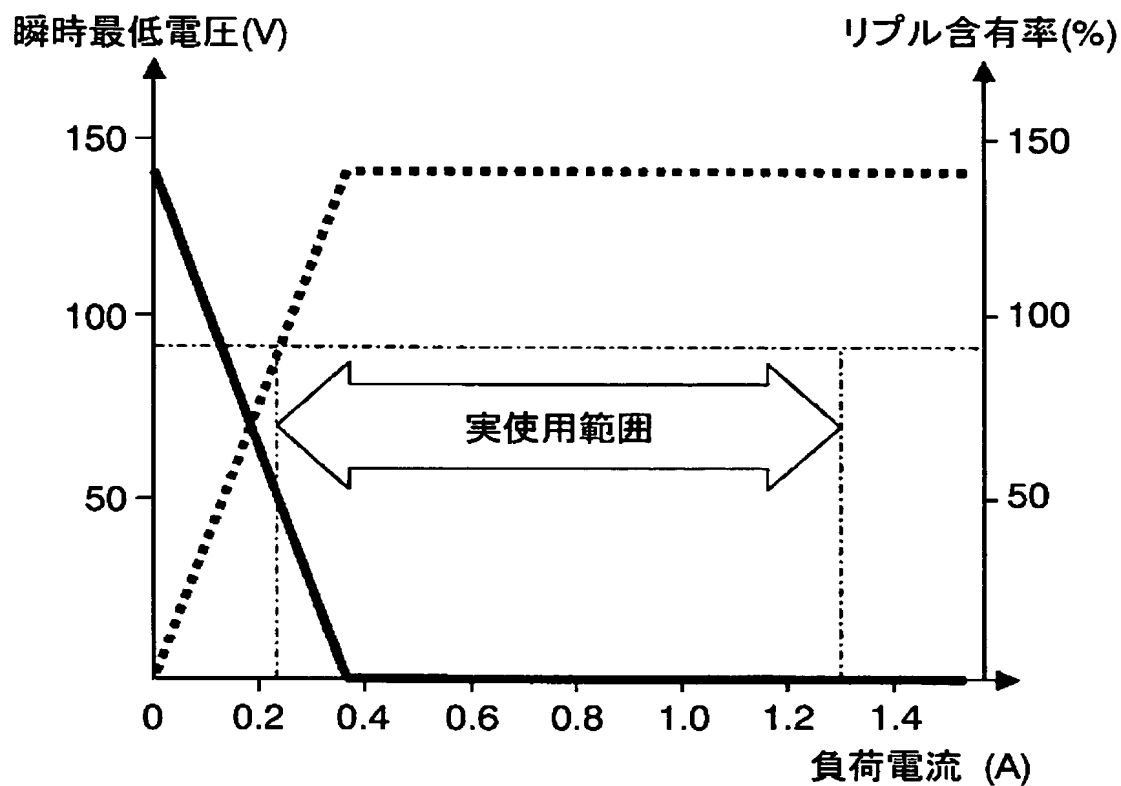
[図1]



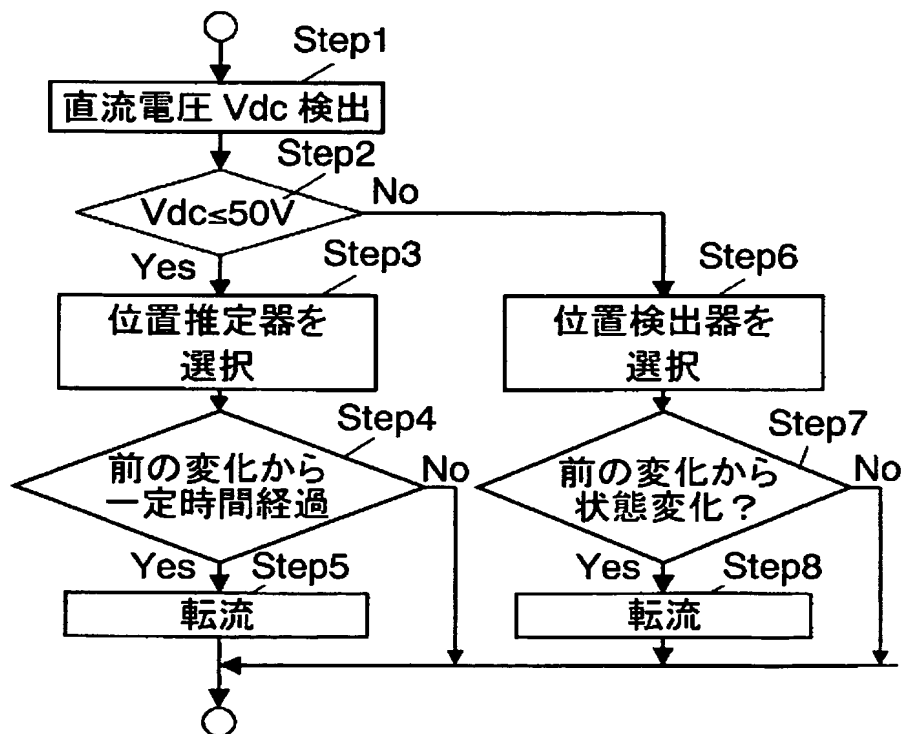
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

(A)直流電圧

(B)電圧検出

(C)位置検出

(D)位置推定

(E)TR1の通電状態

(F)TR2の通電状態

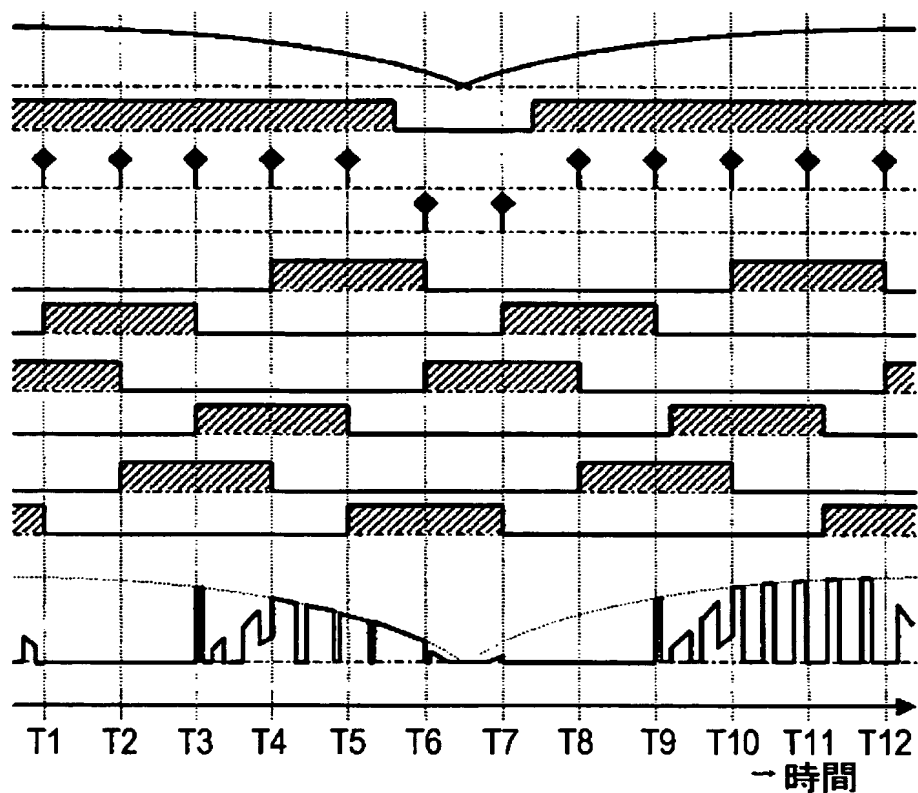
(G)TR3の通電状態

(H)TR4の通電状態

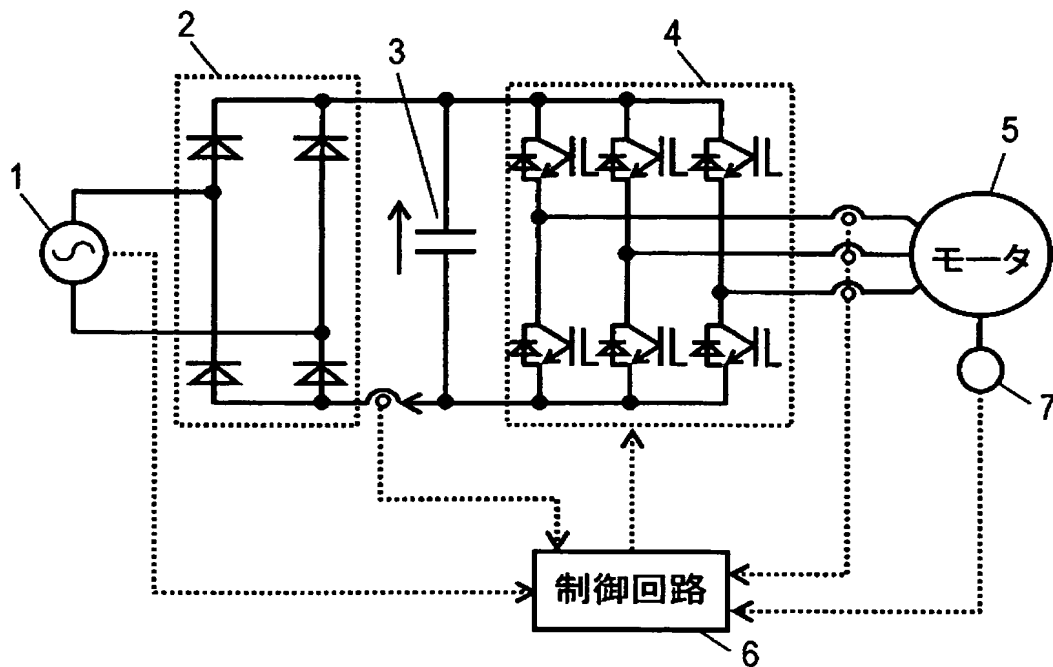
(I)TR5の通電状態

(J)TR6の通電状態

(K)U相電圧



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02P6/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02P6/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | JP 2002-165482 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 June, 2002 (07.06.02), Par. Nos. [0031] to [0042] & CN 1356767 A | 1-11 |
| Y | JP 2002-359991 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 December, 2002 (13.12.02), Par. Nos. [0028] to [0051] & US 2002/0140395 A1 & CN 1379542 A | 1-11 |
| A | JP 2000-83397 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 March, 2000 (21.03.00), (Family: none) | 1-11 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 December, 2004 (06.12.04)

Date of mailing of the international search report
21 December, 2004 (21.12.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016972

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | JP 10-150795 A (Toshiba Corp.), 02 June, 1998 (02.06.98), (Family: none) | 1-11 |
| A | JP 2003-199389 A (Hitachi, Ltd.), 11 July, 2003 (11.07.03), & US 2003/0128009 A1 | 1-11 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02P6/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02P6/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| Y | JP 2002-165482 A (松下電器産業株式会社) 07.06.2002, 【0031】～【0042】& CN 1356767 A | 1-11 |
| Y | JP 2002-359991 A (松下電器産業株式会社) 13.12.2002, 【0028】～【0051】& US 2002/0140395 A1 & CN1379542 A | 1-11 |
| A | JP 2000-83397 A (松下電器産業株式会社) 21.03.2000 (ファミリーなし) | 1-11 |
| A | JP 10-150795 A (株式会社東芝) 02.06.1998 (ファミリーなし) | 1-11 |
| A | JP 2003-199389 A (株式会社日立製作所) 11.07.2003 & US 2003/0128009 A1 | 1-11 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.12.2004

国際調査報告の発送日

21.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川端 修

3 V

3519

電話番号 03-3581-1101 内線 3356